

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-264474

(43) 公開日 平成5年(1993)10月12日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 1 N 22/04

識別記号

庁内整理番号

F 1

技術表示箇所

C 7172-2J

審査請求 未請求 請求項の数5(全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平4-91787  
(22) 出願日 平成4年(1992)3月17日

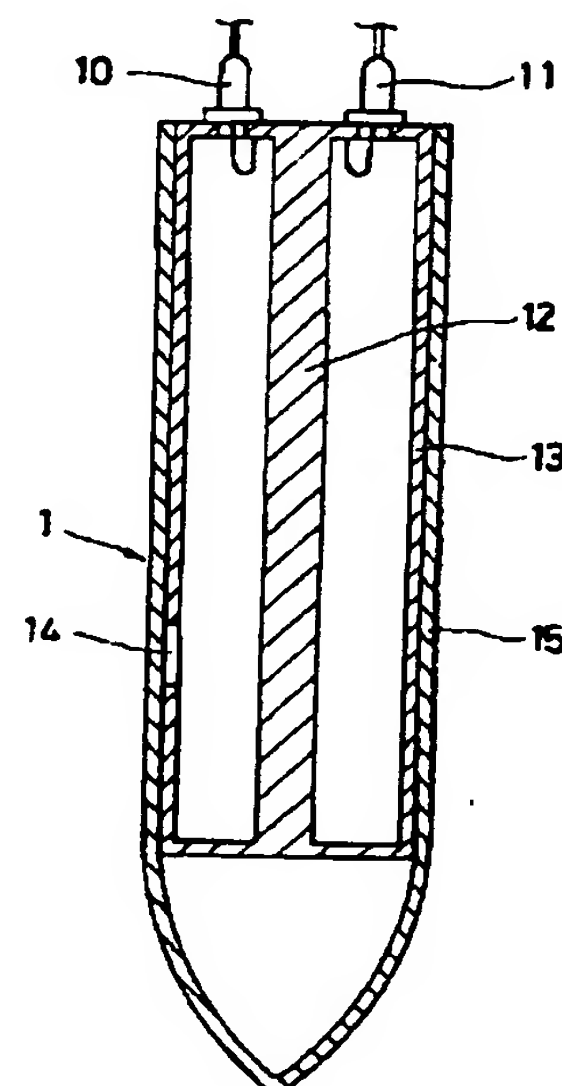
(71) 出願人 000133364  
株式会社ダイポール  
東京都杉並区荻窪5丁目12番7号702  
(72) 発明者 前野 頼彦  
東京都杉並区荻窪5丁目12番地7-702号  
株式会社ダイポール内

(54) 【発明の名称】 水分量測定装置

(57) 【要約】

【目的】 放射性同位元素を使用せず、被測定物の内部の水分量も測定可能な、測定感度が高い水分量測定装置を提供すること。

【構成】 この水分量測定装置は、金属製の中心円柱(1)とその外側円柱面にスリット(14)を設けた外側円柱(13)とを有する円柱状のマイクロ波同軸型空洞共振器(1)からなり、その一方の端面には送信アンテナ(10)と受信アンテナ(11)とが設けられている。外側円柱(13)の他方の端面は、何も設けられていない平板からなる壁である。スリット(14)は、一定限度までは大きい方が測定の精度は向上するが、過度に大きくなると共振が発生しなくなる。スリット(14)は、同軸型共振器(1)内で共振するマイクロ波の腹の位置に設けられる。生コンクリート等の様にスリット(14)から同軸型共振器(1)内に侵入してしまう恐れのある被測定物の水分量を測定する場合には、同軸型共振器(1)をテフロン製の保護容器(15)に収納してから被測定物内に埋め込む。保護容器(15)の送信アンテナと受信アンテナが設けられていない方の端は、その先端を尖らせてある。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】マイクロ波発生手段と、マイクロ波検知手段と、前記マイクロ波発生手段に接続されている送信アンテナと前記マイクロ波検知手段に接続されている受信アンテナとを備えかつ被測定物中に埋置させた同軸型空洞共振器とからなる水分量測定装置に於て、前記共振器の中心軸に対し略々垂直なスリットが少なくとも一個外側壁に設けられていて、当該スリットから漏洩するマイクロ波が前記被測定物に作用しこれにより前記共振器の共振状態が変化するように構成されている事を特徴とする水分量測定装置。

【請求項2】前記送信アンテナと前記受信アンテナとを、前記共振器の中心軸に対し垂直な面に設けた事を特徴とする請求項1又は2に記載の水分量測定装置。

【請求項3】前記共振器を合成樹脂の容器に収納した事を特徴とする前記請求項の何れかに記載の水分量測定装置。

【請求項4】前記合成樹脂の容器の一方の端を尖らせた事を特徴とする請求項3に記載の水分量測定装置。

【請求項5】前記被測定物が生コンクリートである事を特徴とする前記請求項の何れかに記載の水分量測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、生コンクリート、砂、穀物、メリケン粉等に含まれる水分量を瞬時にかつ簡便に測定することを可能とした水分量測定装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】コンクリートの強度を望ましいものとするためには、生コンクリートの状態の水分量を正確に保持して置くことが重要である。従来、生コンクリートや砂等の水分量を測定するには、放射性同位元素から放出される中性子を生コンクリート等に照射し、水分中の水素原子との衝突により失われる中性子のエネルギー量を測定することによって、水分量を測定していた。

【0003】又、穀物、メリケン粉等の含有水分量の測定には、反射型二波長赤外線法とか、高周波水分計が使用されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、中性子を使用する従来の水分量測定方法は、放射性同位元素を使用するので、鉛の厚い板で被測定物を囲む等の人体に対する十分な危険防止手段を講じなければならず、測定装置の重量・容積とも過大となり、その取扱が極めて面倒であると言う問題を有していた。

【0005】一方、反射型二波長赤外線法は、被測定物の表面部分の水分量しか測定できないと言う問題を有し、高周波水分計は、その測定感度が低くまた被測定物の内部の水分量は測定不可能であると言う問題を有している。

## 【0006】

【課題を解決するための手段及び作用】本発明の目的は、これらの課題を解決するための新規な水分量測定装置を提案する事にある。

【0007】本発明は、マイクロ波発生手段と、マイクロ波検知手段と、前記マイクロ波発生手段に接続されている送信アンテナと前記マイクロ波検知手段に接続されている受信アンテナとを備えかつ被測定物中に埋置させた同軸型空洞共振器とからなる水分量測定装置に於て、前記共振器の中心軸に対し略々垂直なスリットが少なくとも一個外側壁に設けられていて、当該スリットから漏洩するマイクロ波が前記被測定物に作用しこれにより前記共振器の共振状態が変化するように構成されている事を特徴とする水分量測定装置を提供することにより前記問題点を解決したものである。同軸型空洞共振器を被測定物の内部に挿入し、その共振器の送信アンテナにマイクロ波を与えて共振器内でマイクロ波を共振させると、その一部が同軸型共振器のスリットからその周囲の被測定物に漏洩して、被測定物の物性量（主に水分量）の影響を受けて、共振器内のマイクロ波の共振状態が変化する。この共振状態の変化から被測定物の水分量を測定することが出来る。

【0008】当該共振器の合成樹脂の容器の一方の端を尖らせた事を特徴とする水分量測定装置の場合には、当該共振器を被測定物内に埋め込ませるのが容易である。

【0009】前記送信アンテナと前記受信アンテナとを、前記共振器の中心軸に対し垂直な面に設けた場合には、送信アンテナと受信アンテナとを他の位置に設けた同軸型空洞共振器に比べその測定感度が大きい。

【0010】前記同軸型空洞共振器を合成樹脂の容器に収納した水分量測定装置は、流動体が共振器のスリットから共振器内部に侵入する事を防止する事が出来ることから生コンクリート等の流動体の水分量の測定に適している。

【0011】本発明の水分量測定装置は、従来、安全で、簡便で且つ正確な測定方法が皆無であった生コンクリートの水分量の測定に特に適している。

## 【0012】

【実施例】図1は、本発明の同軸型共振器1を示す。これは金属製の中心円柱12と外側円柱13とを有し、その外側円柱面にスリット14を設け、その一方の端面に送信アンテナ10と受信アンテナ11とを設けた円柱状のマイクロ波同軸型共振器である。外側円柱13の他方の端面は、何も設けられていない平板からなる壁である。中心円柱12の直径は10mmで、外側円柱の内径は20mmで、長さは50mmである。スリット14の大きさは、円周方向の幅が20mmで円筒軸方向の長さが10mmである。スリット14は、一定限度までは大きい方が測定の精度は向上するが、過度に大きくなると共振が発生しなくなる。図1の同軸型共振器1の場合、スリット14は一個しか設けられていないが、これ

は複数個設けても良い。スリット14は、同軸型共振器1内で共振するマイクロ波の腹の位置に設けるのが望ましい。生コンクリート等の様にスリット14から同軸型共振器1内に侵入してしまう恐れのある被測定物の水分量を測定する場合には、同軸型共振器1をテフロン製の保護容器15に収納してから被測定物内に埋め込む。保護容器15の送信アンテナと受信アンテナが設けられていない方の端は、その先端を尖らせてある。これにより、測定時にこの同軸型空洞共振器を被測定物に埋め込む事が容易となる。送信アンテナ10と受信アンテナ11は外側円柱13の外周に設けても良いが、この場合は、それらを図1に示す場所に設けた状態よりも測定精度が低くなる。更に、それらのアンテナが外側円柱から突起しているためにこの同軸型共振器1を被測定物に埋め込む事が困難になる成ると言う問題もある。

【0013】図2は、図1の同軸型共振器1を動作させるための回路図を示している。コンピュータ8のコントロール信号は、D/Aコンバータ5によってアナログ信号に変換され、電圧同調発振器(VCO)4の制御端子に加えられる。この制御端子に加える制御電圧を変化させることにより電圧同調発振器(VCO)4のチューニング変化してが所定範囲のマイクロ波が掃引される。電圧同調発振器4からのマイクロ波は、アイソレータ3を介して同軸共振器1の送信アンテナ10に与えられ、同軸共振器1内にはマイクロ波の共振状態が発生する。掃引されるマイクロ波の周波数帯域は、2.4~3.5GHzである。受信アンテナ11からディテクタ6によって検出された同軸型共振器1のマイクロ波共振特性は、A/Dコンバータ7によってデジタル信号に変換されてコンピュータ8に与えられる。同軸型共振器1に与えられるマイクロ波が方向性結合器9から検出器17によって検出され、A/Dコンバータ15に与えられる。コンピュータ8に接続されているプリンタ9によって、マイクロ波共振特性が画かれる。

【0014】図3により、本発明の水分量測定装置による水分量の測定原理を説明する。まず、同軸型共振器のスリット14に何も存在しない場合の共振特性を測定する。この時の共振特性曲線Iの周波数は $f_1$ で、共振ピーク電圧は $V_1$ であるとする。次に、同軸型共振器のスリット14を被測定材料の測定しようとする部位に当てて共振特性を測定する。この場合、スリット14からリークしたマイクロ波は被測定材料により吸収されるので、その吸収特性は図3の曲線IIのようになる。この曲線IIの共振周波数を $f_2$ 、共振ピーク電圧を $V_2$ とする。被測定材料の水分量と単位体積当りの重量を、各々、 $x$ および $y$ とすると、共振周波数のシフト量 $V_t = f_2 - f_1$ および共振ピーク電圧のシフト量 $V_0 = V_1 - V_2$ と $x, y$ との関係は次式のようになる。

$$V_t = ax + by \quad (1)$$

$$V_0 = cx + dy \quad (2)$$

水分量と単位体積当りの重量が既知の被測定材料につい

て、 $V_t$ および $V_0$ を測定する事によって、定数 $a, b, c, d$ を決める事が出来る。この様にして定数の決まった方程式(1)、(2)によって、重量および水分量が未知の被測定材料について測定した共振周波数のシフト量 $V_t$ および共振ピーク電圧のシフト量 $V_0$ から、当該被測定材料の水分量 $x$ と重量 $y$ を得ることが出来る。

【0015】本発明の水分量測定装置を用いて実際に得られた生コンクリートの水分量についての測定結果を図4に基づいて説明する。曲線aは、生コンクリートが存在しない場合(つまり空気中)の、曲線b, c, d及びeは、各々、0.2%, 3.2%, 6.7%及び10.0%の水分量を含む生コンクリート内に同軸型共振器1を埋置させた場合のマイクロ波の共振特性を示す。曲線aは、同軸型共振器1のスリット14の外側には空気しか存在しない状態で測定した共振特性であるが、この曲線の共振周波数は、2.9GHzである。図4によると、生コンクリートに含まれる水分量が增大するに連れて、曲線aから曲線eへと共振ピーク値が減少しかつ共振周波数が低周波数側にシフトして行くことが判る。この事から、予め被測定材料の含有水分量とマイクロ波の共振特性との関係を測定しておけば、水分量が未知の被測定材料のマイクロ波の共振特性を測定することにより、その含有水分量を瞬時に得ることが可能であることが判る。しかも、本発明の水分量測定装置によると0.2%もの精度で生コンクリートの含有水分量を測定することが出来る。

【0016】

【本発明の効果】本発明の水分量測定装置によると、従来の様に危険な放射性同位元素を用いずに、安全に、簡便に且つ正確に生コンクリート等の被測定物の水分量を測定することが出来る。又、従来の二波長赤外線反射法による水分量測定法が被測定物の内部の水分量が測定不可能であったのとは異なり、被測定物の内部の水分量を正確に測定することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の水分量測定装置に使用される同軸型共振器を示す。

【図2】 本発明の水分量測定装置の回路構成図を示す。

【図3】 本発明の水分量測定装置の測定原理を示す。

【図4】 本発明の水分量測定装置による生コンクリートの水分量の測定結果を示す。

【符号の説明】

- 1 同軸型空洞共振器
- 2 被測定物
- 3 アイソレータ
- 4 電圧制御発振器
- 5 D/Aコンバータ
- 6 ディテクタ
- 7 A/Dコンバータ
- 8 コンピュータ

(4)

特開平5-264474

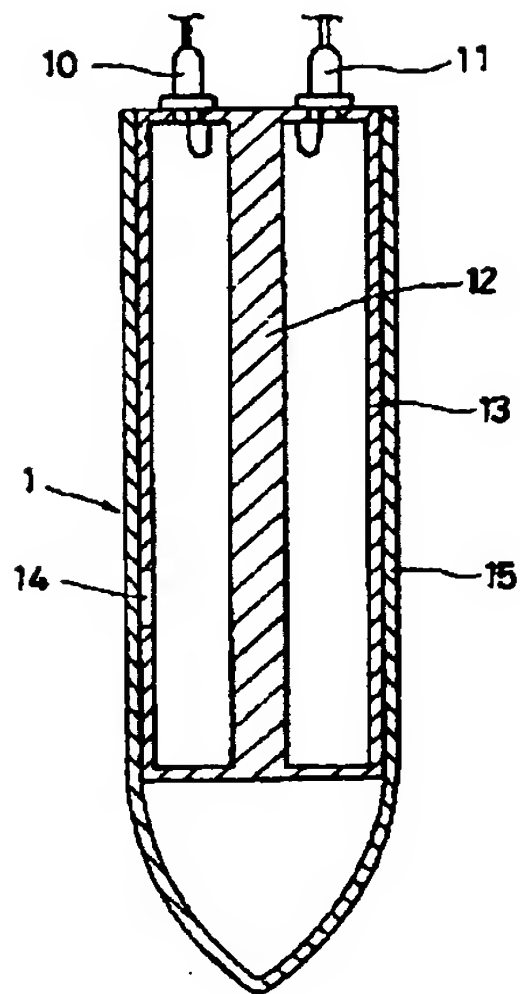
5

6

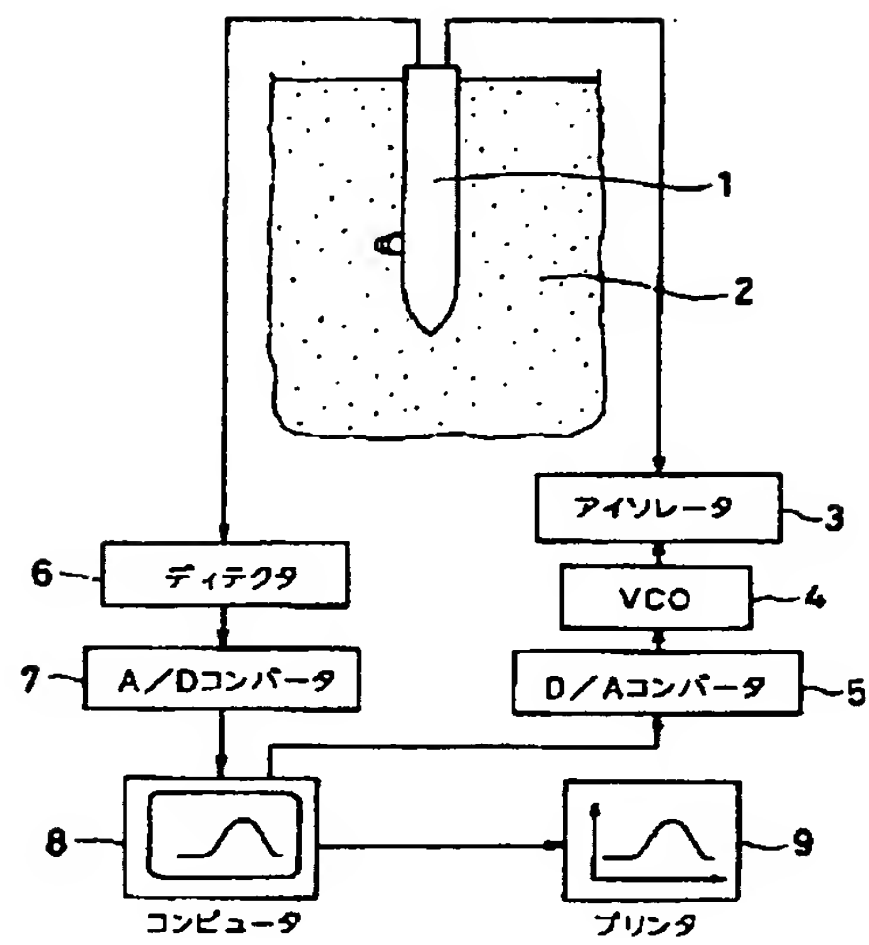
- 9 プリンタ
- 10 送信アンテナ
- 11 受信アンテナ
- 12 中心柱

- 13 外側面
- 14 スリット
- 15 保護容器

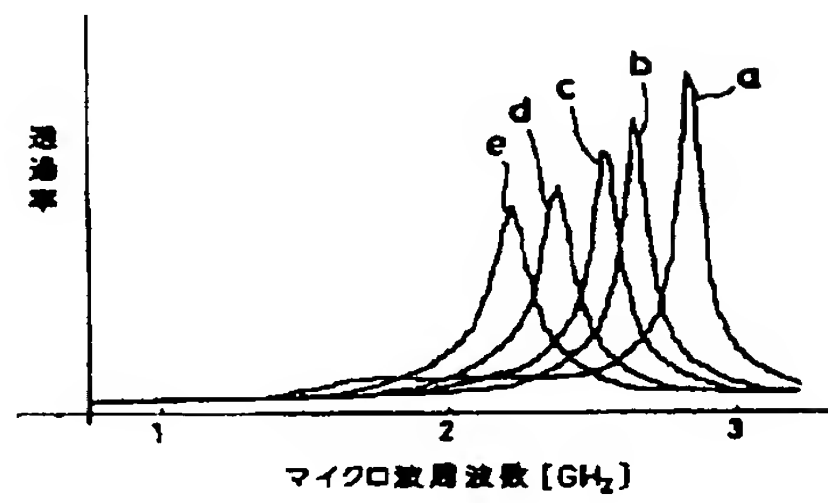
【図1】



【図2】



【図4】



【図3】

